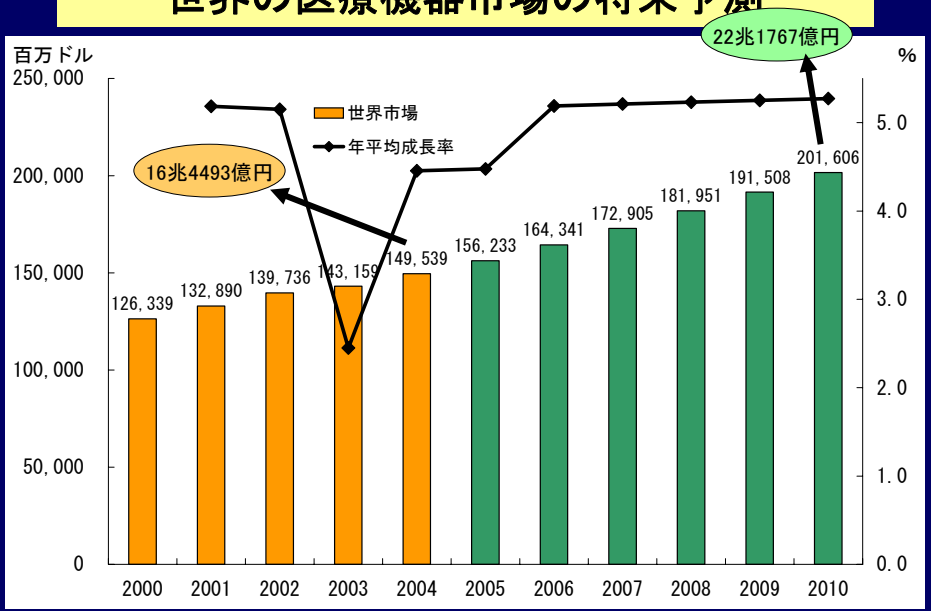
医療機器の現状と今後の技術開発について

医療法人慈心会
箭　内　博　行

1

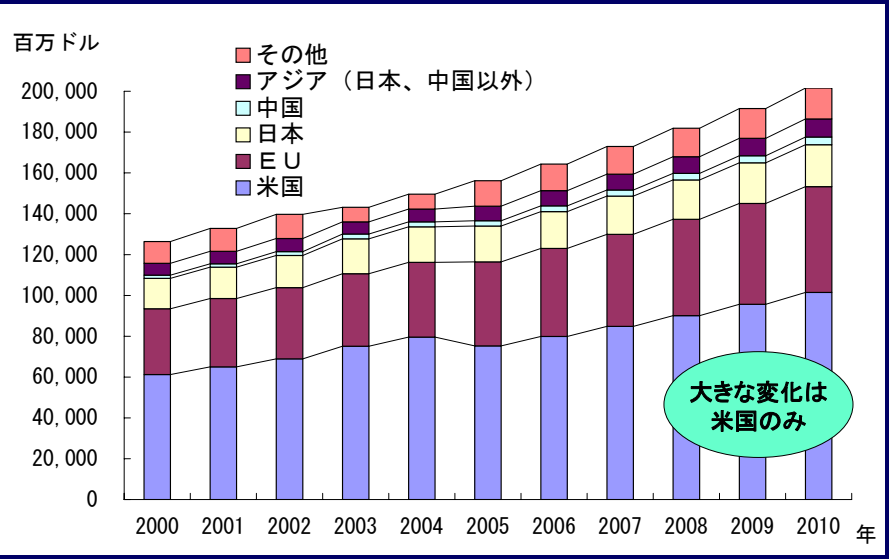
世界の医療機器市場の将来予測



1ドル：110円、Espicom Business Intelligence「The World Medical Market Report」

2

世界の医療機器市場の将来予測（地域別）



1ドル：110円、Espicom Business Intelligence「The World Medical Market Report」

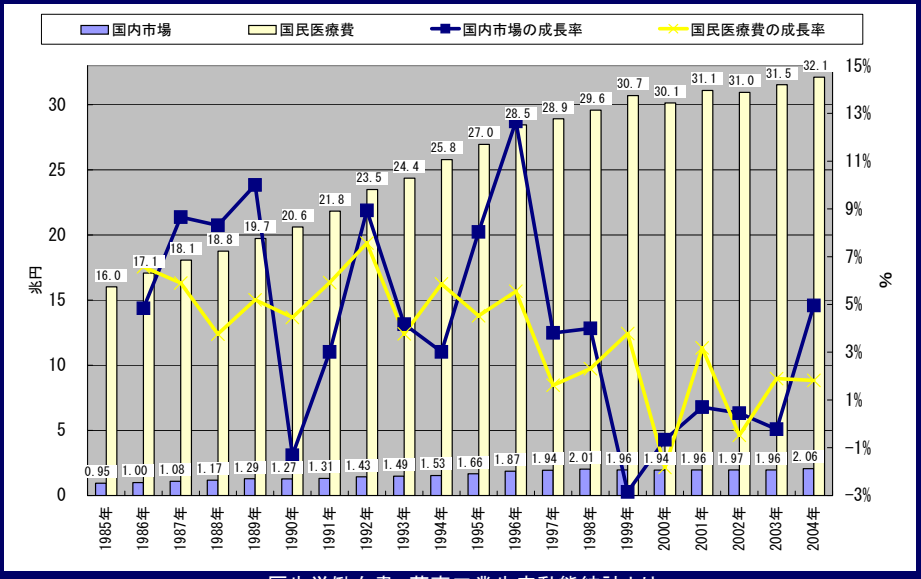
3

医療用具の生産金額，輸出入額
○生産額，輸出入額等の推移

年	生産額	前年比	輸出額	輸入額	国内出荷額
10年	1兆5,075億円	-0.4%	3,273億円	8,345億円	1兆9,298億円
11年	1兆4,879億円	-1.3%	3,650億円	8,344億円	2兆6億円
12年	1兆4,863億円	-0.1%	3,631億円	8,211億円	1兆9,114億円
13年	1兆5,170億円	2.1%	3,975億円	8,363億円	1兆8,932億円
14年	1兆5,035億円	-0.9%	3,769億円	8,400億円	1兆9,755億円
15年	1兆4,990億円	-0.3%	4,203億円	8,836億円	1兆9,407億円
16年	1兆5,344億円	2.4%	4,301億円	9,553億円	2兆1,102億円

4

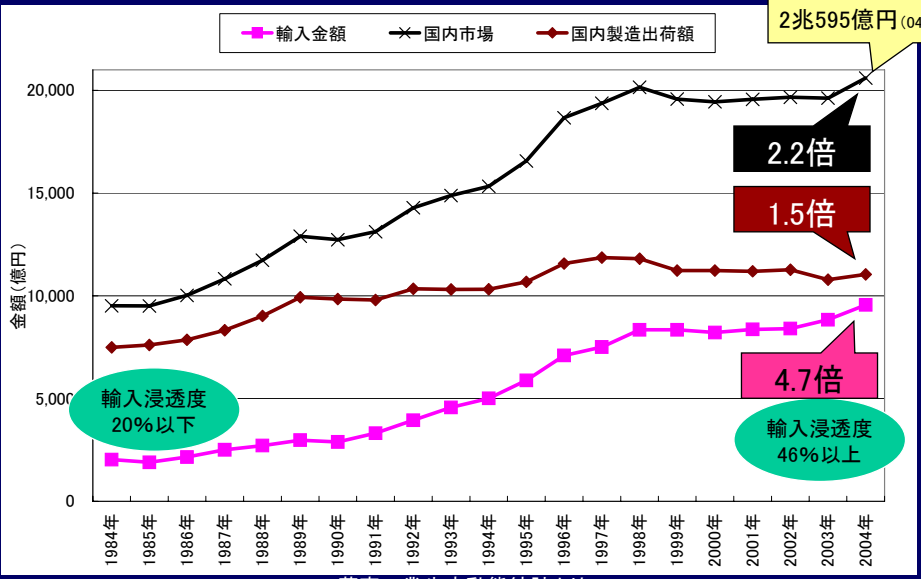
国民医療費と国内医療機器市場



厚生労働白書、薬事工業生産動態統計より

5

国内医療機器市場の輸入超過傾向



薬事工業生産動態統計より

6

医療機器の許認可からみた歴史

1960年以前　鋼製小物（ハサミ、メス等）
　医療用レントゲン装置
　物理療法機器

1960年　○ ディスポ製品の出現（滅菌技術の進歩）
　人工心肺
　血液バッグ等
○ ME機器
　心電計
　脳波計等
→高圧酸素治療装置の爆発事故（1969年）

1970年　○ ペースメーカ、人工心臓弁、人工血管、人工硬膜
→身長機等の健康機器ブーム　→性具の取扱い
→保育器の事故
○ ソフトコンタクトレンズ、シリコンレンズ
○ 超音波診断装置
○ 医療用X-CT
○ IUD（太田リング、優性リング等）
○ 人工透析器（カプロファン膜の開発）
○ 磁気治療器、アルカリイオン水等　→ 可塑剤問題（di（2-ethylhexyl）phthalate = DEHP）
　→ 医療福祉機器研究所設立（1975年）

1980年　○ 人工歯根の出現
○ 歯科材料
（代用合金 水銀、カドミニウム、ベリリウム、劣化ウラン、ポリサルホン、ニッケルクロム）
→タンポンショック
→キセノンガス（PET）
→プラスチックレンズ（HOYAバリラックス）
○ 腎結石破細装置　○ CO2レーザーメス（Nd-YAG、ArFエキシマ等）　○電子内視鏡
○ MRI　（ソフトレーザー）　○ハイパーサーミア
○ 補助人工心臓　○ 眼内レンズ　○骨密度測定装置
　→ 添付データの捏造　→ 医療ガス配管ミス（1987年）
　→ 人工骨の不正請求　→ EMC問題（1989年）

1990年　脳磁計
ラパロスコープの出現（無侵襲機器の開発）、ガンマナイフ、埋入型除細動器

2000年～　遺伝子及び再生工学　→ ディスポ製品の再利用
ロボティクス　→ 中古医療機器
テレメディシン
ナノ技術

7

医療機器の開発から廃棄までのサイクル

開発・研究　設計→基礎実験→HTA　→ 開発促進
↓
承　認　有効性、安全性の根拠となる資料の添付、基本要件、リスク分析
（新規・改良）
・1.起源又は発見の経緯、外国での使用状況　2.物理的化学的性質及び規格試験方法
　3.安定性　4.生物学的等安全性　5.性能　6.臨床試験
・取扱説明書、使用上の注意、保守点検マニュアル等
（ゾロ）
・規格の実測値　・同一性の資料　（薬事法）→2002年薬事法の改正

タイムクロック　ゾロ4ヶ月
　一変2ヶ月
　新規1年
　改良1年

↓
診療報酬点数　技術料、材料費等　→ 医療制度改革
・高度先進医療（中医協承認）　（システムとコスト）
・新規材料・既存材料（翌月1日）　（健康保健法）
・新規技術（診療報酬改定時）
↓
製造管理等　GMP、GMPI（設計管理、設置管理を含む。）
↓
市 販 後　1）再審査　→ リスクマネジメント
2）再評価
3）不具合報告（トラッキング）・回収情報　（薬事法）
4）保守点検、修理（修理業）　（医療法・薬事法）
5）情報の提供　（薬事法）
6）PL法　（PL法）
↓
廃　棄　ディスポの再利用
中古品
医療廃棄物　（廃棄物の処理及び清掃に関する法律）

8

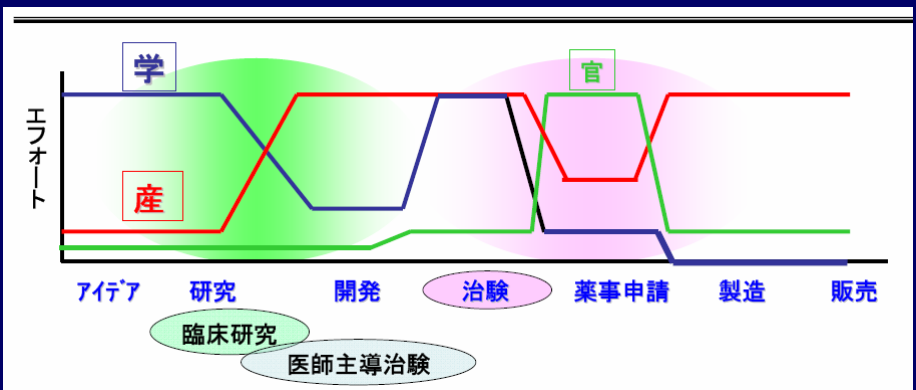
技術革新のための横断的課題

① 国による一元的・一貫した研究支援体制が不充分
② 組織的な医工学連携システムの欠如
③ 各研究機関における研究者のインセンティブの必要性
④ 臨床・教育における医用工学の重要性の認識の低さ
⑤ 人材の流動性の低さ
⑥ ベンチャー企業が育ちにくい環境
⑦ 大学医学部と企業との共同研究の円滑化
⑧ 迅速で質の高い臨床四間実施体制の整備
⑨ 有効性、安全性、品質評価技術の開発
⑩ 薬事法による規制
⑪ 保険制度
⑫ テクノロジー・アセスメントの必要性
⑬ リスクの高い製品に対する素材・部品等の国内供給の困難さ
⑭ 規制の国際整合化
⑮ 戦略的な知的財産権対策
⑯ アジア地域への取り組み

国家産業技術戦略検討会（報告書：平成12年4月10日）
医療機器産業技術戦略　検討委員会

9

開発ライフサイクルにおける産学官



医療技術産業戦略コンソーシアム(METIS)第5回医療テクノロジー推進会議（平成18年9月27日）

10

イノベーション促進のため行う具体策1

医療機器産業ビジョン（厚生労働省、平成15年3月31日）

（１）特定分野に限定した重点的支援のあり方　～アクション・プラン～

医療機器は多種多様であり、同じ医療機器企業といっても各企業の置かれている環境も異なるため、限りある資源・資金を有効に活用し我が国発の革新的な医療機器の開発を実現させるためには、特定の分野に限定して重点的に支援を行う必要がある。

◇ 重点分野選定の考え方

①基礎的研究成果を実用化に結びつける段階の研究であること

医療機器が最終的に、医療機関を通じて広く国民一般に利用されることを考えると、基礎的研究成果を実用化に結びつける研究に対し、研究費等を重点的に支援していく必要がある。

②製品の成熟度が低い分野であること

製品の成熟度が低く技術革新が未だ激しい分野においては、治療効果を飛躍的に高めるような一つの大きな技術革新によって大きく市場シェアをのばすことが可能であり、これからでも研究開発競争に参入する余地があるものと考えられる。

③今後、ニーズの増大が見込まれる分野であること

国が支援する以上、医療上の必要性や患者の医療ニーズが高いなどの分野に、より重点的に支援すべきであり、産業的にみても、ニーズの増大が見込まれる分野では、新しい技術や経営戦略により飛躍的に市場シェアを伸ばすことができる可能性がある。

◇ 重点分野の具体例

再生医療技術を用いた医療機器　心血管系医療機器　低侵襲治療機器　バイオイメージング機器　健診支援自動診断装置

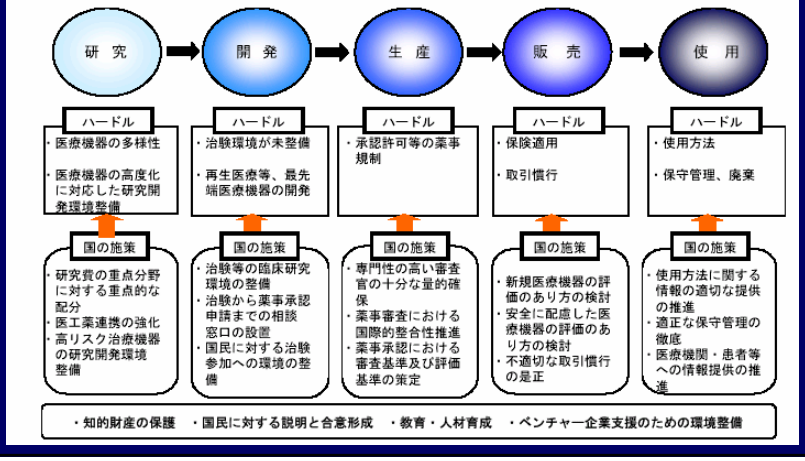
11

イノベーション促進のため行う具体策2

医療機器産業ビジョン（厚生労働省、平成15年3月31日）

（２）国際競争力強化のためのアクション・プラン

産業の発展は、各企業が市場原理に基づき自由に競争を行っていく中で進むことが基本。しかし、医療機器産業には、国民の保健医療の向上に貢献するための必要不可欠なハードルがあるため、国と産業界が十分連携し、企業はそれぞれの特性を生かしつつ、ハードルを越える努力を行っていくことが必要。



12

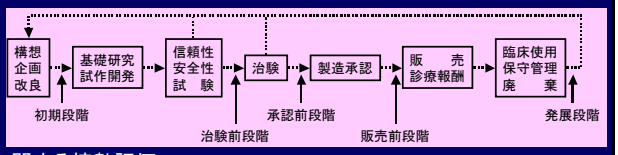
医療機器と医薬品の違い

	医療機器	医薬品
国内市場	**2兆**	6.7兆円
製造企業数	**1,580社**	1,400社
従事者数	**6.8万人**	27.3万人
研究開発費／売上高	**5.8%**	12.9%
素材	**機器、材料（複合材料）等**	天然物、化学物質、バイオ等
期待効果	**物理的、機械的効果**	薬理効果
開発期間	**短期**	長期
開発形態	**技術移転**	独自開発
ライフサイクル	**短期**	長期
販売	**材料・ディスポを除けば注文生産的**	億単位以上
保険	**一部の材料に公定価格 機器は技術料のみ**	原則薬価が付加
不具合・副作用	**使用者の技術による影響大 不具合、副作用の判断が困難**	比較的副作用の判断が容易
保管・廃棄	**保守点検、修理、廃棄**	-
医療機関内の管理窓口	**一元管理のためのME部門が少ない**	薬剤部門による一元管理

※医薬品産業ビジョン、医療機器産業ビジョンより

13

医療技術評価



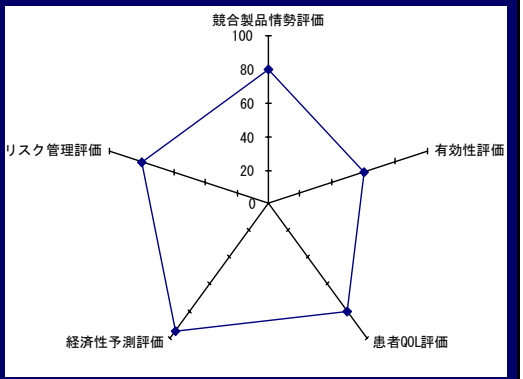
競合製品情勢評価
内外の技術動向やニーズ状況を踏まえた競合製品、競合技術に関する情勢評価

有効性評価
医療における診断・治療・予防における医学/医療的有効性評価

患者QOL評価
患者のQuality of Lifeに関する評価、また家族や社会に対する有益性評価

経済性予測評価
疾病動態、医療機関状況などを踏まえた内外の市場性及び市販後の5年～10年の経済性予測評価

リスク管理評価
安全性・信頼性評価に基づくリスク管理評価



14

医療機器の医療におけるTA項目

供給側（技術、経済面） ←――（理念）――→ 受益側（利便、安全面）

供給側 研究・開発）評価	普及・促進側評価				受益側評価
技術評価（アウトプット）	アウトカム）				
	経済性評価	診療ニーズ適合性評価	信頼性・安全性評価（リスクマネージメント）		患者/社会便益性評価
Ⅰ．技術本来面 ・独創性（新規性） ・代替（既存）技術（機器）との差別化 ・完成・成熟度 ・自動化 ・小型軽量性 ・操作性 ・簡便性（インテリジェント化） ・発展性（キーテクノロジー、スケールメリット） ・自立性（補助技術・材料の必要性） ・専門必要性（技術習得の難易度） ・波及性（技術移転） ・医療産業振興性（産業化） ・他産業貢献性 ・地域産業育成性 Ⅱ．開発費用、資源面 ・研究開発経費（資金、要員（質×量）、期間） ・周辺必要設備 Ⅲ．環境面 ・感染、汚染性 ・廃棄容易性 ・リサイクル可能性 Ⅳ．国際面 ・国際競争力（市場性） ・国際協調性 ・国際貢献度 ・国際標準指導性（デファクト型、デジュール型）	・低コスト性 ・収益率（効果/コスト比） ・患者数及び疾病トレンド ・価格・台数 ・耐用年数 ・運用費（ランニングコスト） ・消耗品費 ・人件費（省マンパワー性） ・省スペース、省エネルギー性 ・設備投資 ・保守・管理費 ・不具合発生時経費 ・外来診療時間 ・入院日数 ・医療施行上の改善度 ・専門要員の必要性 ・装置稼働率 ・病床稼働率 ・過剰または不適切使用の頻度 ・保険材料価格 ・診療報酬（低診療費） ・製品寿命（サイクル） ・市場規模と成長性 ・雇用創生 ・経済波及効果 ・高齢者医療費低減性 ・新規参入企業・産業へのインパクト ・共同利用性（又は、レンタル性）	・治癒率又は診断率の向上 ＜診断機器＞ ・正確性 ・迅速性 ・早期診断能力 ・予知能力 ・無痛性 ・侵襲性（簡便性、低専門性） ・自動性 ＜治療機器＞ ・救命率 ・治療率（EBM） ・標的性 ・即効性 ・低侵襲症 ・根治性 ・再発予防性 ・省要員性 ・高操作性 ・突然死低減率 ・合併症低減率 ・患者搬送容易性 ・低侵襲性 ・組合せ医療技術との相乗効果 ・予後 ・疾病予防性または健康維持・増進性 ・疾病構造改革へのインパクト ・高齢者の健康改善性（通院率など）	・故障率（MTBF）・信頼度 ・故障復旧時間 ・保全性（保守・管理の難易度、体制） ・システム対応能力 ・安全性（PL、EMC、非感染性） ・不具合の程度（発生率、臨床的リスクレベル） ・結果の均一性、再現性 ・医学的知見の成熟度（EBM） ・保管性（消毒、滅菌） ・個体識別能力 ・構造物・ライフラインへの影響度 ・医療事故低減性 ・規格、基準、規制適合性 ・安全評価体系へのインパクト（QCレベル） ・人材教育・トレーニング ・設計審査体制 ・GMP、GCP ・製造工程安全性 ・安全性試験体制 ・治験体制	Ⅰ．患者便益性 ・安心性 ・無痛性 ・無拘束性 ・個体差医療適合性（tailor made医療） ・生活の質の向上（QOL） ・診療時間短縮度 ・社会復帰度（入院日数） ・待ち時間短縮度 ・生活不自由度 ・心理的受入やすさ ・インフォームドコンセント容易性 ・在宅医療適合性 ・遠隔医療適合性 ・医療手段選択性の拡大 Ⅱ．社会ニーズ適合性 ・国民衛生動向改善度 ・オーファン性（難病等希少性） ・地域差解消 ・倫理性 ・プライバシー保護 ・患者の尊厳確保 ・情報公開適合性 ・社会受容性 ・普及率（地域人口構成適合性） ・効用の公共的平等性 ・政策医療への貢献度 ・病診連携体制 ・応診体制 ・健康・予防教育

固有性 ↑（評価視点）↓ 公共性

15

臨床医からのニーズオリエンテッド開発

日経産業新聞
2004/5/20より

ペースメーカの開発秘話

メイヨー・クリニック
ミネソタ大学医学部
起業家

営業先の医師らの
話を聞きながら
新技術のアイデア
を思いつく

国内の事例：内視鏡
東大医師の臨床要求→高いシェア

メリット
・技術開発の課題が明確
・ハイテクに限らない
・臨床側の治験協力が得やすい
・市場が見え、新たな市場創出も可能

デメリット
・特定医師の意見に偏る傾向
・臨床医が現在の技術に問題意識が薄い
・工学技術の課題抽出まで導くことが困難

↓

医工連携がキー

東京女子医科大学＆早稲田大学
東北大学先進医工学研究機構
国立循環器病センター先進医工学センター
財団法人先端医療研究機構　など

16

ニーズオリエンテッド開発の近道

医薬品と医療機器の組み合わせによる
コンビネーション製品

医療機器の
市場外へ

（例）ステントに薬剤を組み合わせ、時間をコントロールしながらゆっくりと薬剤を放出し、再狭窄率を低減させる製品

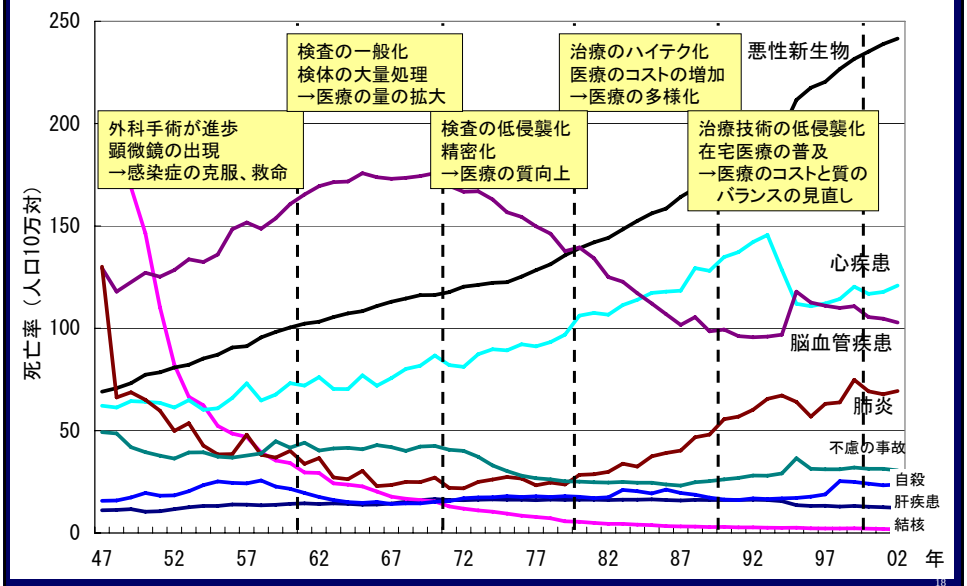
米国FDA：Office of Combination Productsを設置（2002年12月24日）

コンビネーション製品の最近のFDA承認例
（http://www.fda.gov/oc/combination/approvals.htmlより）

Absorbable Collagen Sponge with Genetically Engineered Human Protein Spinal Fusion Putty
Paclitaxel-Eluting Coronary Stent System
Photodynamic Therapy
Device Approval Information
FluMistTM Influenza Virus Vaccine, Live, Intranasal
Tositumomab and Iodine I 131 Tositumomab
Demagraft Human Fibroblast-Derived Dermal Substitute
Glucose Monitor/Insulin Pump
Antibiotic Bone Cement
Sirolimus-Eluting Coronary Stent
Lumbar Tapered Fusion Device with Genetically Engineered Human Protein
Peginterferon alfa-2a in Combination with Ribavirin
Fibrin Sealant
Dermal Collagen Implants for Aesthetic Use

17

医療パラダイム



18

2000年以降の医療キーワード

健康 → 予防 → 診断 → 治療 → リハビリ → 予後

生活習慣病対策から **ヘルスケア概念の発展**

情報化

医療の範囲が、従来の医療機関内から一般家庭サイドへと移動し、
より競争原理の働きやすい一般産業へ近づく

・医療安全の確保　・医療情報の提供
・医療の質の向上　・医療の効率化
・経営戦略等の構築　・Evidence Based Needs
→ 診療手順の一般化
電子カルテの導入
医療機器へのICタグ
機器の使用記録情報

未病

日本未病システム学会

健康と病気の間に存在し
「自覚症状はないが検査では異常がある状態」
「自覚症状はあるが検査では異常がない状態」

境界域高血圧、高脂血症、境界域糖尿病
肥満、高尿酸、動脈硬化、骨粗鬆症
無症候蛋白尿、B型肝炎ウィルスのキャリア
無症候性脳梗塞、潜在性心不全、脂肪肝など
→ 検査・検出技術の確立 → 分子イメージング
ナノメディシン
生体機能の解明

19

Bioengineering

Bioengineering integrates physical, chemical, or mathematical sciences and engineering principles for the study of biology, medicine, behavior, or health. It advances fundamental concepts, creates knowledge from the molecular to the organ systems level, and develops innovative biologics, materials, processes, implants, devices, and informatics approaches for the prevention, diagnosis, and treatment of disease, for patient rehabilitation, and improving health.

(NIH, 1997年7月)

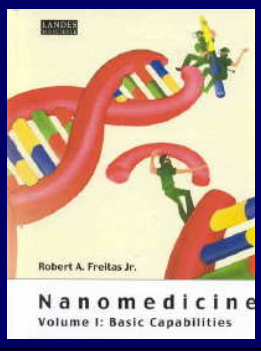
※Physiome
(Physio = life or nature
-ome = as a whole entity)

20

ナノメディシンの捉え方

工学技術で作製されたナノデバイスとナノ構造物を用いて分子レベルで行う、ヒトのあらゆる生体系のモニタリング、制御、構築、修復、防御および改善の総体

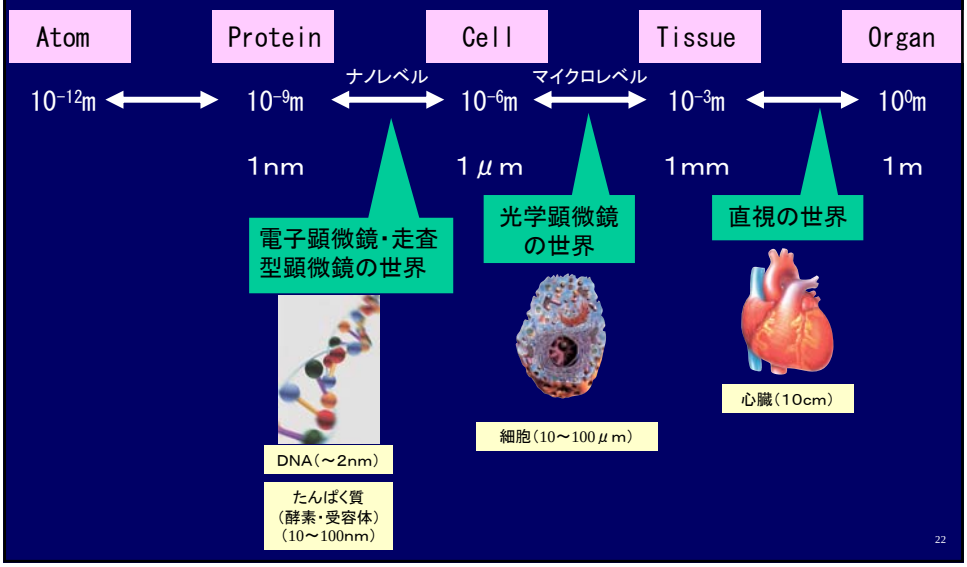
Nanomedicine may be broadly defined as the comprehensive monitoring, control, construction, repair, defense, and improvement of all human biological systems, working from the molecular level, using engineered nanodevices and nanostructures.



Nanomedicine, Volume I
Basic Capabilities (1999)
Zyvex社のRobert Freitasより

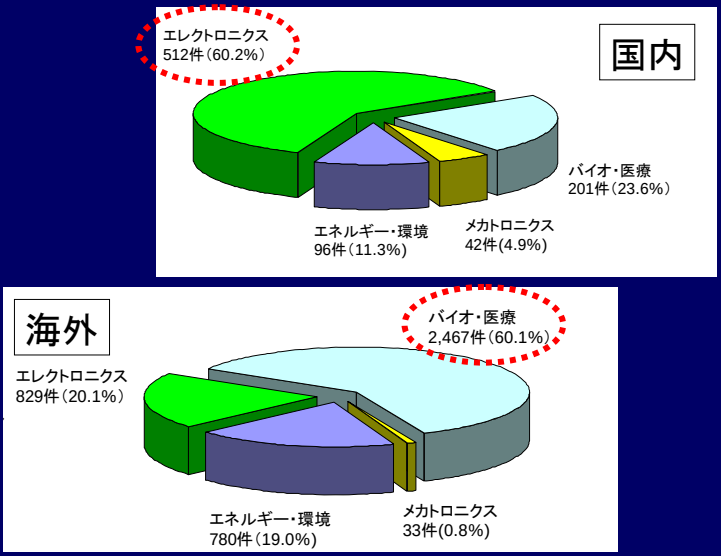
21

マイクロ、ミクロ、ナノの世界
生体システムのスケールサイズ



22

特許からみたナノの世界の状況



ナノ機能材料全体の応用用途の比率

23

ナノメディシンの捉え方(分類)

生物薬剤学 (Biopharmaceutics)
- ドラッグ・デリバリー (Drug Delivery)
  - カプセル化 (Drug Encapsulation)
  - キャリヤー機能 (Functional Drug Carriers)
- ドラッグ・ディスカバリー (Drug Discovery)

埋込材料 (Implantable Materials)
- 組織修復と代替 (Tissue Repair and Replacement)
  - コーティングImplant Coatings
  - 組織再生材料 (Tissue Regeneration Scaffolds)
- 組織的埋込材料Structural Implant Materials
  - 骨修復 (Bone Repair)
  - 生物学的再吸収材料 (Bioresorbable Materials)
  - 高性能材料 (Smart Materials)

埋込機器 (Implantable Devices)
- 評価と治療機器 (Assessment and Treatment Devices)
  - 埋込センサ (Implantable Sensors)
  - 埋込医療機器 (Implantable Medical Devices)
- 感覚補助 (Sensory Aids)
  - 網膜移植組織 (Retina Implants)
  - 蝸牛移植組織 (Cochlear Implants)

外科補助 (Surgical Aids)
- 手術器具 (Operating Tools)
  - 高性能装置 (Smart Instruments)
  - 外科用ロボット (Surgical Robots)

診断ツール (Diagnostic Tools)
- 遺伝子診断 (Genetic Testing)
  - 高感度ラベルと検出技術 (Ultra-sensitive Labeling and Detection Technologies)
  - ハイスループット配列と複合解析 (High Throughput Arrays and Multiple Analyses)
- イメージング (Imaging)
  - ナノ粒子ラベルNanoparticle Labels
  - イメージング装置 (Imaging Devices)

基盤生命プロセスの理解 (Understanding Basic Life Processes)

NANOMEDICINE TAXONOMY
(February 2003)
Canadian Nanobusiness Allianceより

Canadian NanoBusiness Alliance
Alliance canadienne du commerce en nanotechnologie

24

2006年のナノメディシン関連の国際学会・会議

（ナノメディシン関連）

米国ナノメディシン学会　Sep. 9-11

ナノメディシンサミット　Oct. 2-5

ナノ医療投資シンポジウム　Dec.13-14

（DDS関連）

国際ドラッグデリバリー学会　Jul. 22-26

（ナノデバイス関連）

μTAS2006　Nov. 5-9

（分子イメージング関連）

国際分子イメージング学会　Aug. 30- Sep. 2

（FDA・規制関連）

米国FDAナノテク材料公開会議　Oct. 10

25

シーズ調査（論文、特許）のキーワード

分　類	項　目	検索対象
ナノ機能材料	①ナノ粒子	ナノ粒子、ナノ微粒子、ナノクラスター、ナノ微小球、ナノドット、ナノパウダー、ナノボール、ナノクリスタル、ナノスケールの超微粒子
	②ナノカプセル	ナノカプセル、ナノ液滴、ナノエマルジョン、ナノケージ
	③ナノチューブ	ナノチューブ、ナノワイヤ、ナノウィスカ、ナノロッド、ナノシリンダー、ナノ繊維、ナノコーン、ナノホーン
	④マクロモレキュール	デンドリマー、ベシクル、超分子、合成DNA、巨大分子
	⑤フラーレン	フラーレン、C_{60}、C_{70}、C_{72}、C_{84}
	⑥量子効果マテリアル	量子ドット、量子ワイヤ、量子箱、分子ワイヤ、分子チェーンワイヤ
ナノ工場・ナノ操作	①ナノ構造形成	ナノファブリケーション、ナノリソグラフ、セルフアッセンブル、自己組織、ラングミュアーブロジェット
	②マイクロマシン	微小機械、マイクロマシニング

対象期間：1991-2001年

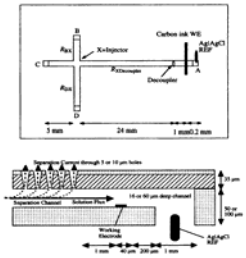
26

海外シーズ調査結果の一例

μTAS

マイクロ・トータル・アナリシス・システム　〔主要要素技術〕　〔応用〕

- 電気泳動 → キャピラリー電気泳動のマイクロチップ化 → DNA解析、プロテオーム解析
- DNAマイクロアレイ → フォトリソグラフィ技術、インクジェット技術 → 遺伝子解析、テーラーメード医療
- DNAチップ → 集積化技術 → テーラーメード医療、環境チップ



チップ・オン・μTAS電気泳動
(A.T.Wooley etal., J.Electroanalytical chem., 492,15(2000))

マイクロアレイの製品例
(http://www.nanogen.com)

27

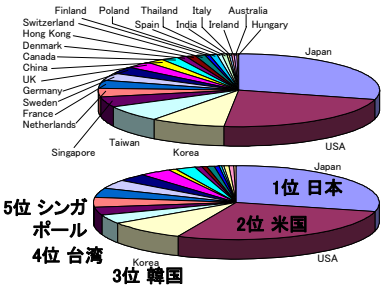
ナノチップ開発ベンチャーの一例

MicroCHIPS	www.mchips.com	シリコン製マイクロチップと、生体内センサー、リモートコントロールシステムを組み合わせた、次世代薬物送達システムを開発
Advion BioSciences	www.advion.com	ラボオンチップやNanoMate HD Systemなど、創薬のための分析装置の開発
Affymetrix	www.affymetrix.com	遺伝子の解析や合成など、生物工学関連機器・器具の開発、販売
Apibio	www.apibio.com	分析用バイオチップ技術やマイクロアレイの開発と販売
Caliper Life Sciences	www.caliperls.com	ラボオンチップの開発と製品の販売
Ciphergen Biosystems	www.ciphergen.com	たんぱく質解析のためのプロテインチップの開発
Colibrys	www.colibrys.com	CSEM社から2001年に独立し、MEMSおよびMOEMS※(microopto electromechanical system)において世界をリードする企業
CombiMatrix	www.combimatrix.com	ラボオンチップの開発と販売
EAGLE RESEARCH AND DEVELOPMENT	www.eaglerd.com	独自開発したSemiconductor Nanopore Sensor (SeNSe) 技術を使用した超高速応答の生体高分子アナライザを発明
GENEFLUIDICS	www.genefluidics.com	電気化学的手法に基づいて、DNA/RNA、タンパク質および小分子を検知することが可能な、分子分析プラットフォームの商品化
Nanolayers	www.nanolayers.com	マイクロ電子機器性能の向上を目的とした超薄層フィルム技術の開発
Nanosys	www.nanosysinc.com	ナノドット、ナノロッド、ナノワイヤーなどの無機高性能半導体ナノ構造の設計、開発を行う
Nanogen	www.nanogen.com	シリコン製電子マイクロチップNanoChip(R)を用いた、生化学試験用機器の開発
Optobionics	www.optobionics.com	人工シリコン網膜チップを開発し、網膜変性疾患の治療を目指す
Spinelix	www.spinelix.com	診断に特化したベンチャーで半導体技術を用いて診断機器を開発

28

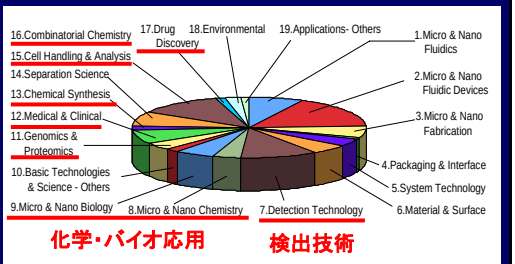
国際会議：μTAS2006の動向

半導体微細加工技術を利用したマイクロ・ナノテクと、バイオ・化学への応用に関する会議



各国の発表申込割合（上）と発表割合（下）

- 24ヶ国から参加
- 現在発表件数は日本がトップ、次で米国。
- 韓国や台湾、シンガポールといったアジア諸国からの発表件数の増加が著しい。
- 韓国三星電子などの半導体メーカーがライフサイエンス分野へ参入してきたことが大きな理由。



発表分野割合

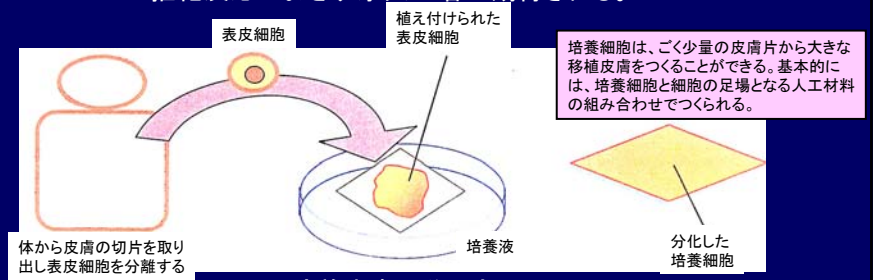
- 以前はマイクロ・ナノデバイスを作製する工程に関する発表が多かった。
- 近年のマイクロ・ナノテクノロジーの発展により、作製したデバイスを化学分析やバイオ計測へ実際に応用する研究が多く見受けられる。
- また、ナノスケールの加工も可能になってきたことから、極微細な空間での検出技術に関する研究も多く見受けられる。

29

培養皮膚の概要

培養皮膚：
細胞工技術により、ごく少量の皮膚片から大きな移植皮膚をつくることが可能。一般にこの移植皮膚を培養皮膚という。

期待される理由：
〇ごく少量の皮膚片から大きな移植皮膚を作ることが可能。
→ 重傷の火傷（全身火傷など）などへの応用が期待される。
〇自分自身の細胞を増殖さえ使うことが可能。
→ 拒絶反応がおきず永久生着が期待される。



※人工軟骨、人工角膜

培養皮膚の作り方

30

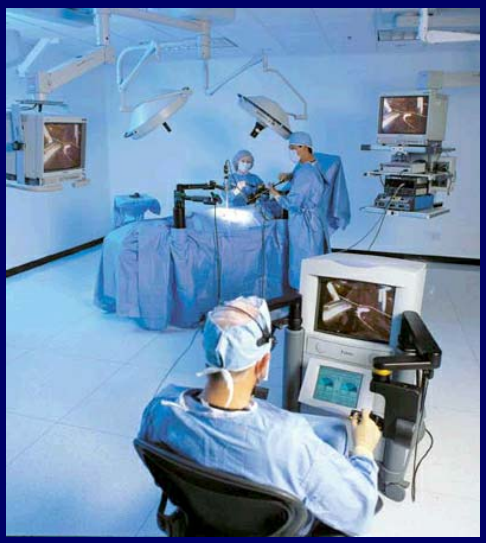
da Vinci

内視鏡下手術支援装置

Intuitive Surgical, Inc（ｲﾝﾃｭｳﾃｨﾌﾞ･ｻｰｼﾞｶﾙ社）
http://www.intuitivesurgical.com/

31

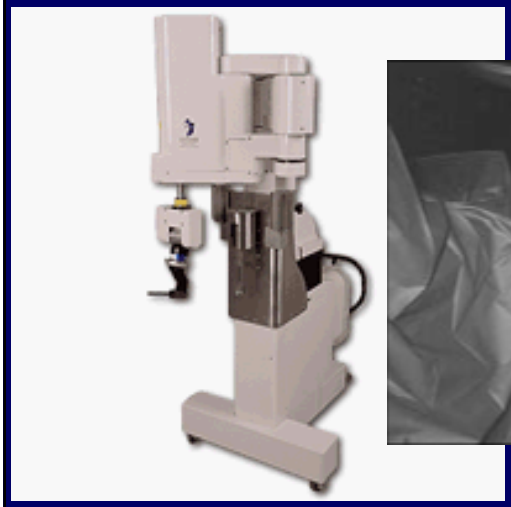
ZEUS

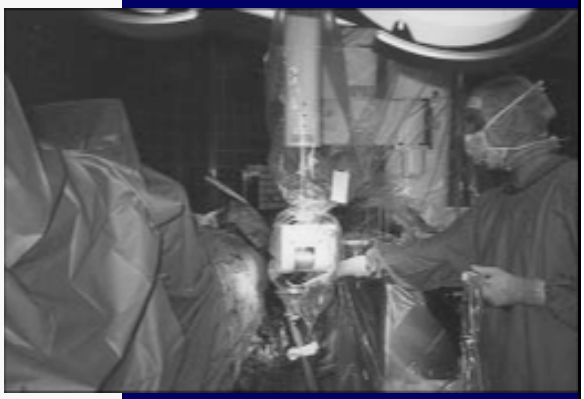


Computer Motion, Inc（ ｺﾝﾋﾟｭｰﾀｰ･ﾓｰｼｮﾝ社 ）
http://www.computermotion.com/

32

RoboDoc

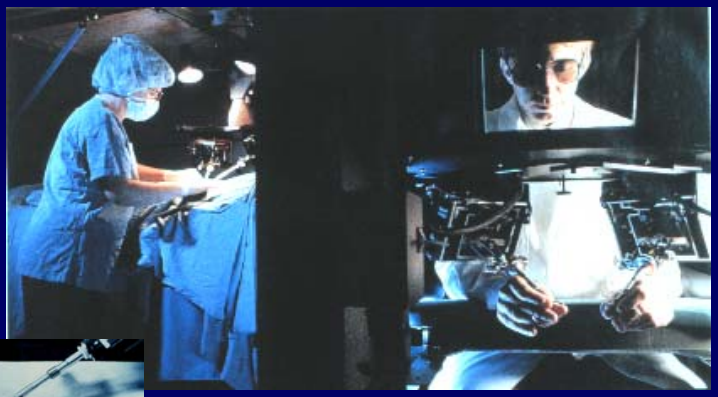




Integrated Surgical Systems (ｲﾝﾀｰｸﾞﾚｰﾃｯﾄﾞ･ｻｰｼﾞｶﾙ･ｼｽﾃﾑｽﾞ社)
http://www.robodoc.com/

33

遠隔外科と遠隔医療：テレメディシン



遠隔ロボットハンド装着手術台の上で、マイクロ手術機器で手術を行う。2台のテレビカメラから送られる立体画像を用いた人工現実感で術者は手術を行う。

34

M2A

フラッシュ付極小カラービデオカメラ

Given Imaging Ltd（ｷﾞﾌﾞﾝ･ｲﾒｰｼﾞﾝｸﾞ社）
http://www.givenimaging.com

35

Dr. Robot

双方向通信技術による
回診補助ロボット

・モニタ
・ビデオカメラ
・スピーカ

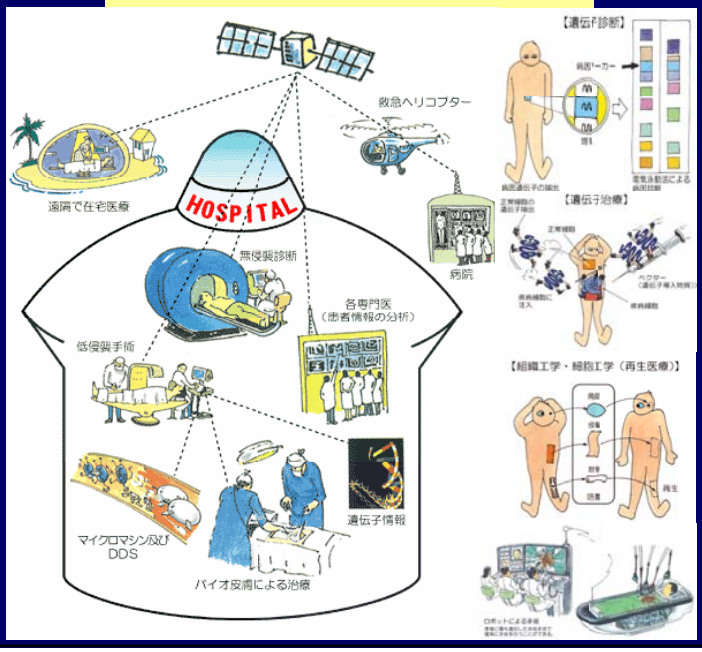
ジョンズホプキンス病院において
試験的に導入

INTOUCH HEALTH（ｲﾝﾀｯﾁ･ﾍﾙｽ社）
http://www.intouch-health.com/

JOHNS HOPKINS MEDICAL INSTITUTIONS | Office of Communications and Public Affairs

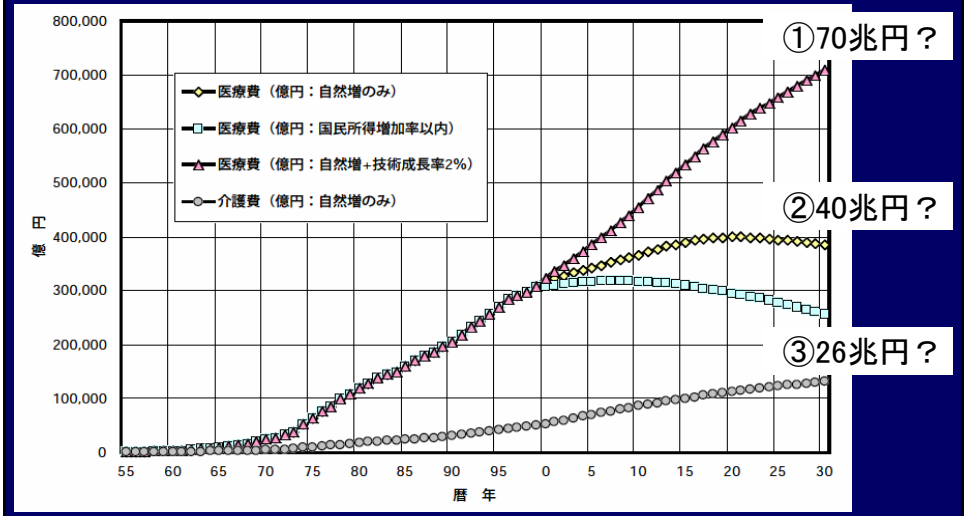
36

医療技術の未来像



37

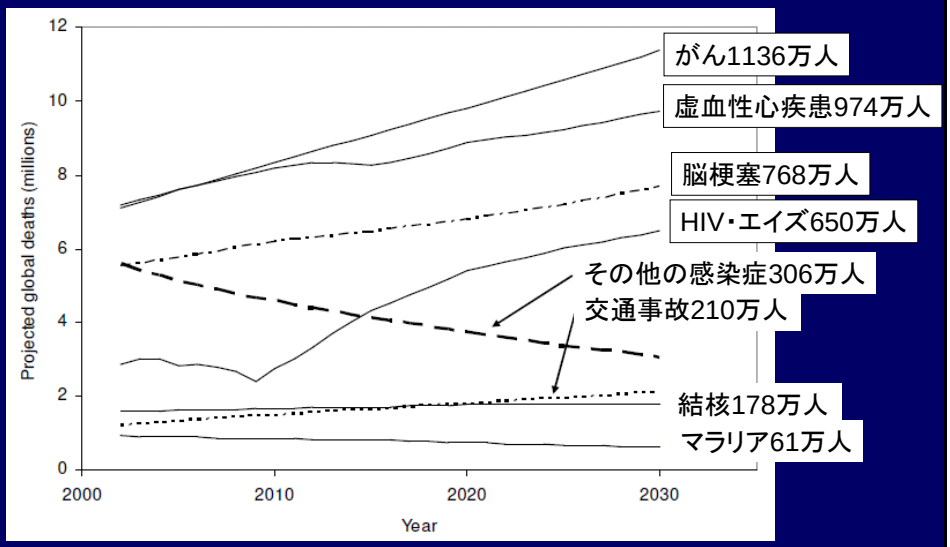
2030年の医療費推計
医療費抑制が何処まで続くか？



藤正巖（政策研究院）：人口減少社会日本の国民医療費の将来分析
- 安定した成熟社会への医療制度改革の指針-（2002）

38

2030年の世界の死因
生活習慣病に加えエイズが増加・・・



Updated projections of global mortality and burden of disease, 2002–2030 WHO（2005）

39

21世紀の新しい医療の在り方

急性期疾患の知識蓄積

↓

生活習慣病などの慢性疾患と感染症の知識不足

予　測	遺伝子チップなどでその患者の体質を予測
予　防	病気にかからないような生活習慣に改善したり、薬を飲んで予防
個別化	個人によって効きやすい薬や治療法を選択
参　加	最新の治療について患者が医師と積極的に相談

未来の暮らしを変える最先端医療、2006年9月13日
エリアス・ザフーニ、NIH所長

40